

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

JC996 U.S. PRO
09/990797
11/14/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2000年11月15日

出願番号
Application Number:

特願2000-348684

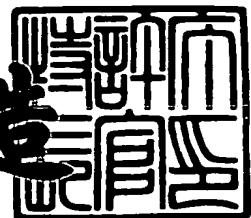
出願人
Applicant(s):

シャープ株式会社

2001年 9月21日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3087578

【書類名】 特許願
【整理番号】 00J04653
【提出日】 平成12年11月15日
【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿
【国際特許分類】 G11B 7/09
G11B 7/135
【発明の名称】 焦点位置ずれ検出方法および光ピックアップ装置
【請求項の数】 14
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
【氏名】 多田野 宏之
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
【氏名】 中野 郁雄
【特許出願人】
【識別番号】 000005049
【氏名又は名称】 シャープ株式会社
【代理人】
【識別番号】 100080034
【弁理士】
【氏名又は名称】 原 謙三
【電話番号】 06-6351-4384
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 003229
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1

特2000-348684

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9003082

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 焦点位置ずれ検出方法および光ピックアップ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

集光光学系を通過した光ビームのうち、該集光光学系を最良像点に調整した状態の波面を曲線で表わしたとき、この曲線の極値とこの極値近傍の領域に相当する光ビームに基づいて、上記集光光学系の焦点位置ずれを検出することを特徴とする焦点位置ずれ検出方法。

【請求項 2】

対物レンズを含む集光光学系を通過した光ビームの光軸を中心とし、上記対物レンズの開口で規定される該光ビーム有効径の60～85%の領域の光ビームに基づいて、上記集光光学系の焦点位置ずれを検出することを特徴とする焦点位置ずれ検出方法。

【請求項 3】

上記集光光学系を通過した光ビームから、上記対物レンズの開口で規定される該光ビーム有効径の60～85%の領域の光ビームを分離し、この分離した光ビームを電気的に変換して第1焦点誤差信号を生成し、この第1焦点誤差信号を集光光学系の焦点位置ずれを示す焦点位置ずれ信号とすることを特徴とする請求項2記載の焦点位置ずれ検出方法。

【請求項 4】

上記分離された光ビームは、該光ビームを分離する光ビーム分離手段において、上記集光光学系を通過した光ビームの光軸を中心とし、上記対物レンズの開口で規定される光ビーム有効径の85%相当の径より大きな径を持つ第1の円または円弧と、該対物レンズの開口で規定される光ビーム有効径の60%相当の径より小さな径をもつ第2の円または円弧とで囲まれた領域を、上記集光光学系を通過した光ビームが通過することにより得られることを特徴とする請求項3記載の焦点位置ずれ検出方法。

【請求項 5】

上記光ビーム分離手段における、上記第2の円または円弧の内側に位置する領

域を通過して得られる光ビームの焦点位置ずれを検出して得られる第2焦点誤差信号と、上記第1の円または円弧の外側に位置する領域を通過して得られる光ビームの焦点位置ずれを検出して得られる第3焦点誤差信号との少なくとも一方の焦点誤差信号に基づいて、上記集光光学系の球面収差を検出することを特徴とする請求項4記載の焦点位置ずれ検出方法。

【請求項6】

上記集光光学系の焦点位置ずれを示す焦点位置ずれ信号を上記第1焦点誤差信号とし、この第1焦点誤差信号をF1、上記第2焦点誤差信号をF2、上記第3焦点誤差信号をF3としたとき、

上記集光光学系で生じる球面収差を示す球面収差誤差信号SAESは、

$$SAES = F2 - F1 \times K1 \quad (K1 \text{ は係数})$$

または、

$$SAES = F3 - F1 \times K2 \quad (K2 \text{ は係数})$$

で示される式で求められることを特徴とする請求項5記載の焦点位置ずれ検出方法。

【請求項7】

光源と、

上記光源から照射される光ビームを光記録媒体に集光させる集光光学系と、

上記集光光学系を通過した光ビームのうち、該光ビームが光記録媒体の情報記録層上で最良像点となる場合の波面を曲線で表わしたとき、この曲線の極値とこの極値近傍の領域に相当する光ビームに基づいて、上記集光光学系の焦点位置ずれを検出する焦点位置ずれ検出手段とを備えていることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項8】

光源と、

上記光源から照射される光ビームを記録媒体に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、

上記集光光学系を通過した光ビームの光軸を中心とし、上記対物レンズの開口で規定される該光ビーム有効径の60～85%の領域の光ビームに基づいて、上

記集光光学系の焦点位置ずれを検出する焦点位置ずれ検出手段とを備えていることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項9】

上記焦点位置ずれ検出手段は、

上記集光光学系を通過した光ビームから、上記対物レンズの開口で規定される該光ビーム有効径の60～85%の領域の光ビームを分離する光ビーム分離手段と、

上記光ビーム分離手段により分離された光ビームに基づいて第1焦点誤差信号を生成する第1信号生成手段とを備え、

上記第1焦点誤差信号を、上記集光光学系の焦点位置ずれを示す焦点誤差信号とすることを特徴とする請求項8記載の光ピックアップ装置。

【請求項10】

上記光ビーム分離手段は、

上記集光光学系を通過した光ビームの光軸を中心とし、上記対物レンズの開口で規定される光ビーム有効径の85%相当の径より大きな径を持つ第1の円または円弧と、該対物レンズの開口で規定される光ビーム有効径の60%相当の径より小さな径をもつ第2の円または円弧とで囲まれた第1の領域を有し、

上記第1信号生成手段は、上記光ビーム分離手段の第1の領域を通過する光ビームに基づいて第1焦点誤差信号を生成することを特徴とする請求項9記載の光ピックアップ装置。

【請求項11】

上記光ビーム分離手段の、上記第2の円または円弧の内側に位置する領域を通過して得られる光ビームの焦点位置ずれを検出して第2焦点誤差信号を生成する第2信号生成手段と、

上記光ビーム分離手段の、上記第1の円または円弧の外側に位置する領域を通過して得られる光ビームの焦点位置ずれを検出して第3焦点誤差信号を生成する第3信号生成手段とを有し、

上記第2焦点誤差信号および第3焦点誤差信号の少なくとも一方の焦点誤差信号に基づいて上記集光光学系の球面収差を検出する球面収差検出手段が設けられ

ていることを特徴とする請求項10記載の光ピックアップ装置。

【請求項12】

上記球面収差検出手段は、

上記集光光学系で生じる焦点誤差信号を上記第1焦点誤差信号とし、この第1焦点誤差信号をF1、上記第2焦点誤差信号をF2、上記第3焦点誤差信号をF3としたとき、

上記集光光学系で生じる球面収差を示す球面収差誤差信号SAESは、

$$SAES = F2 - F1 \times K1 \quad (K1 \text{ は係数})$$

または、

$$SAES = F3 - F1 \times K2 \quad (K2 \text{ は係数})$$

で示される式により求められることを特徴とする請求項11記載の光ピックアップ装置。

【請求項13】

上記光記録媒体の情報記録層が複数である場合、

上記焦点位置ずれ検出手段は、各情報記録層での焦点位置ずれを検出することを特徴とする請求項7ないし12の何れかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項14】

上記焦点位置ずれ検出手段により検出された検出結果に基づいて、上記集光光学系の焦点位置ずれを補正する焦点位置ずれ補正手段と、

上記球面収差検出手段により検出された検出結果に基づいて、上記集光光学系に発生した球面収差を補正する球面収差補正手段とが設けられ、

上記球面収差補正手段は、上記焦点位置ずれ補正手段により集光光学系の焦点位置ずれが補正された状態の該集光光学系の球面収差を補正することを特徴とする請求項7ないし13の何れかに記載の光ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、集光光学系において発生する焦点位置のずれを検出する焦点位置ずれ検出方法およびこの焦点位置ずれ検出方法を適用した光ピックアップ装置に関

するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、情報量の増大と共に光ディスクの記録密度を高くすることが求められている。光ディスクの高記録密度化は、光ディスクの情報記録層における線記録密度を高めることやトラックの狭ピッチ化により行われてきた。この光ディスクの高記録密度化に対応するためには、該光ディスクの情報記録層上に集光される光ビームのビーム径を小さくすることが必要である。

【0003】

光ビームのビーム径を小さくする方法として、光ディスクを記録再生する光ピックアップ装置の集光光学系としての対物レンズから照射される光ビームの開口数 (NA : Numerical Aperture) を大きくすることと、光ビームの短波長化が考えられる。

【0004】

光ビームの短波長化に関しては、光源を赤色半導体レーザから、本格的に商品化の道が開かれてきた青紫色半導体レーザへ変更することにより実現可能と考えられる。

【0005】

一方、高開口数の対物レンズを実現する手法としては、対物レンズに半球レンズを組み合わせて、2枚のレンズ (2群レンズ) で対物レンズを構成することで高開口数を実現する手法が提案されている。

【0006】

一般に、光ディスクでは、埃や傷から情報記録層を保護するために、情報記録層がカバーガラスで覆われている。したがって、光ピックアップ装置の対物レンズを透過した光ビームは、カバーガラスを通過して、その下にある情報記録層上で集光されて焦点を結ぶことになる。

【0007】

光ビームがカバーガラスを通過すると、球面収差 (SA : Spherical Aberration) が発生する。球面収差 SA は、

$$S_A \propto d \cdot N_A^4 \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

で示され、カバーガラスの厚さ d および対物レンズの N_A の 4 乗に比例する。通常、対物レンズは、この球面収差を相殺するように設計されているので、対物レンズとカバーガラスを通過した光ビームの球面収差は十分に小さくなっている。

【0008】

しかしながら、カバーガラスの厚さが、予め定められた値からずれると、情報記録層に集光された光ビームには、球面収差が発生し、ビーム径が大きくなってしまい、情報を正しく読み書きすることができなくなるという問題が生じる。

【0009】

また、上記の式 (1) より、カバーガラスの厚さ誤差 Δd が大きくなればなるほど、球面収差の誤差 ΔS_A が大きくなり、情報を正しく読み書きすることができなくなることが分かる。

【0010】

また、光ディスクの厚さ方向へ記録情報の高密度化を進めることができるように、情報記録層を積層化して形成された多層光ディスクとしては、例えば情報記録層が 2 層の DVD (Digital Versatile Disc) が既に商品化されている。このような多層光ディスクを記録再生する光ピックアップ装置は、光ディスクの各情報記録層毎に光ビームを十分小さく集光させることが必要である。

【0011】

上記のような情報記録層が多層光ディスクでは、該光ディスクの表面（カバーガラス表面）から各情報記録層までの厚みがそれぞれ異なるので、光ビームが光ディスクのカバーガラスを通過する際に発生する球面収差が、各情報記録層ごとに異なる。この場合、例えば、隣接する情報記録層で発生する球面収差の差異（誤差 ΔS_A ）は、式 (1) より、隣接する情報記録層の層間距離 t (d に相当) に比例する。

【0012】

情報記録層が 2 層の DVD では、光ピックアップ装置の対物レンズの N_A が 0.6 程度と小さいので、上記式 (1) より、カバーガラス厚さ誤差 Δd が多少大きくなっても、球面収差の誤差 ΔS_A に与える影響は小さいことが分かる。

【0013】

したがって、従来の開口数NAが0.6程度の光ピックアップ装置を使用するDVD装置では、DVDのカバーガラスの厚さ誤差 Δd によって発生する球面収差の誤差 ΔSA が小さく、各情報記録層毎に集光される光ビームを十分小さく集光させることができる。

【0014】

ところが、カバーガラスの厚さ誤差 Δd が等しくても、NAが大きくなるほど大きな球面収差SAが発生する。例えば、NA=0.6に比べて、NA=0.85では、約4倍の球面収差SAが発生する。したがって、上記式(1)より、NA=0.85のように高NAになればなるほど、カバーガラスの厚さ誤差によって発生する球面収差が大きくなることが分かる。

【0015】

同様に、多層光ディスクの場合、隣接する情報記録層の層間距離 t が等しくても、光ピックアップ装置の対物レンズのNAが大きくなるほど大きな球面収差の差異(誤差 ΔSA)が発生する。例えば、NA=0.6に比べて、NA=0.85では、約4倍の球面収差の差異が発生する。したがって、上記式(1)より、NA=0.85のように高NAになればなるほど、各情報記録層毎の球面収差の差異が大きくなることが分かる。

【0016】

よって、高NAの対物レンズでは、球面収差の誤差の影響が無視できず、情報の読み取り精度の低下を招くという問題が生じる。そこで、高NAの対物レンズを用いて高記録密度化を実現するためには球面収差を補正する必要がある。

【0017】

そこで、球面収差を検出し補正する方法として例えば、特開2000-171346号公報には、上述の球面収差を検出し補正する光ピックアップ装置が開示されている。この光ピックアップ装置では、光ディスクの情報記録層に光ビームを集光させたとき、球面収差によって光ビームの光軸付近のビームと光軸付近より外側のビームで光ビームの集光位置が異なるのを利用している。

【0018】

上記公報に開示された光ピックアップ装置によれば、検出する光ビームをホログラム等の光学素子で光ビームの光軸付近の光ビームと光軸付近より外側の光ビームに分離し、球面収差発生時にどちらか一方の光ビームにおける情報記録層からの集光位置のずれを検出して、その検出結果に基づき球面収差を補正し光ディスクの各情報記録層ごとに集光される光ビームの径を十分小さくすることができる。

【0019】

また、上記の光ピックアップ装置において、光学系の焦点位置調節は、例えば光ビームの半分をホログラム等で分離し2分割光検出器に集光させる。そして、2分割光検出器の差分を焦点位置ずれの信号として検出しその信号に基づいて焦点位置ずれを補正する。この方法は、一般的にビームサイズ法と呼ばれている。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、上記公報に開示された光ピックアップ装置では、高記録密度化を実現するために高開口数レンズや短波長の光源を使用した光記録再生装置に適応した場合、球面収差のために上記のようにして検出した焦点位置ずれ信号にオフセットが生じてしまう。そのため、光記録媒体の情報記録層上で光ビームの径を十分に小さくすることができずに、光記録媒体からの情報の再生や光記録媒体への情報の記録を行うことができなくなるという問題が生じる。

【0021】

本発明は、上記の問題点を解決するためになされたもので、その目的は、オフセットがない集光光学系の焦点ずれ検出を行い、光記録媒体の情報記録層に集光光学系の焦点を正確に合わせることのできる焦点位置ずれ検出方法およびこの焦点位置ずれ検出方法を適用した光ピックアップ装置を提供することにある。

【0022】

【課題を解決するための手段】

本発明の焦点位置検出方法は、上記の課題を解決するために、集光光学系を通過した光ビームのうち、該集光光学系を最良像点に調整した状態の波面を曲線で表わしたとき、この曲線の極値とこの極値近傍の領域を含む光ビームに基づいて

、上記集光光学系の焦点位置ずれを検出することを特徴としている。

【0023】

ここで、該集光光学系を最良像点に調整した状態の波面を曲線で表わしたとき、この曲線の極値における接線は、球面収差のない理想波面を表わす曲線の接線にはほぼ平行になる。このことは、光ビームが光記録媒体の情報記録層上で最良像点となる場合の波面を表わす曲線の極値を通過する光ビームが収束する収束点（焦点）と、上記最良像点とがほぼ一致することを示している。

【0024】

したがって、上記構成のように、集光光学系を通過した光ビームのうち、該集光光学系を最良像点に調整した状態の波面を曲線で表わしたとき、この曲線の極値とこの極値近傍の領域に相当する光ビームに基づいて、上記集光光学系の焦点位置ずれを検出するようにすれば、集光光学系に球面収差が発生していても、該球面収差の影響を殆ど受けずに焦点位置ずれを正確に検出することができる。

【0025】

これにより、オフセットなく光学的に集光光学系の焦点位置ずれを検出することができるので、該集光光学系の焦点位置ずれを適切に補正することができ、この結果、光記録媒体の情報記録層に集光光学系の焦点を正確に合わせることができる。

【0026】

また、本発明の他の焦点位置検出方法は、上記の課題を解決するために、対物レンズを含む集光光学系を通過した光ビームの光軸を中心とし、上記対物レンズの開口で規定される該光ビーム有効径の60～85%の領域の光ビームに基づいて、上記集光光学系の焦点位置ずれを検出することを特徴としている。

【0027】

ここで、対物レンズを含む集光光学系を通過した光ビームの光軸を中心とし、上記対物レンズの開口で規定される該光ビーム有効径の60～85%の領域の光ビームが収束する収束点（焦点）と、上記集光光学系を通過した光ビームの最良像点とがほぼ一致する。

【0028】

したがって、上記の構成のように、対物レンズを含む集光光学系を通過した光ビームの光軸を中心とし、上記対物レンズの開口で規定される該光ビーム有効径の60～85%の領域の光ビームに基づいて、上記集光光学系の焦点位置ずれを検出するようすれば、集光光学系に球面収差が発生していても、該球面収差の影響を殆ど受けずに焦点位置ずれを正確に検出することができる。

【0029】

これにより、オフセットなく光学的に集光光学系の焦点位置ずれを検出することができる、該集光光学系の焦点位置ずれを適切に補正することができ、この結果、光記録媒体の情報記録層に集光光学系の焦点を正確に合わせることができる。

【0030】

上記集光光学系を通過した光ビームから、上記対物レンズの開口で規定される該光ビーム有効径の60～85%の領域の光ビームを分離し、この分離した光ビームを電気的に変換して第1焦点誤差信号を生成し、この第1焦点誤差信号を集光光学系の焦点位置ずれを示す焦点位置ずれ信号としてもよい。

【0031】

この場合、集光光学系を通過した光ビームから分離した光ビームを、電気的に変換して第1焦点誤差信号を生成し、この第1信号を集光光学系の焦点位置ずれを示す焦点位置ずれ信号とすることで、集光光学系の焦点位置ずれを電気信号で検出することができる。

【0032】

これにより、得られた電気信号を、集光光学系の駆動制御を行う駆動回路にそのまま使用することができるので、集光光学系を適切な位置に駆動させることで焦点位置ずれを容易に補正することができる。

【0033】

上記分離された光ビームを、上記集光光学系を通過した光ビームの光軸を中心とし、上記対物レンズの開口で規定される光ビーム有効径の85%相当の径より大きな径を持つ第1の円または円弧と、該対物レンズの開口で規定される光ビーム有効径の60%相当の径より小さな径をもつ第2の円または円弧とで囲まれた

領域を有する光ビーム分離手段の該領域を、上記集光光学系を通過した光ビームが通過することにより得てもよい。

【0034】

この場合、集光光学系を通過した光ビームの光軸を中心とし、上記対物レンズの開口で規定される光ビーム有効径の85%相当の径より大きな径を持つ第1の円または円弧と、該対物レンズの開口で規定される光ビーム有効径の60%相当の径より小さな径をもつ第2の円または円弧とで囲まれた領域を有する光ビーム分離手段を使用することで、集光光学系の焦点位置ずれに必要な光ビームを簡単に分離して得ることができる。

【0035】

上記光ビーム分離手段における、上記第2の円または円弧の内側に位置する領域を通過して得られる光ビームの焦点位置ずれを検出して得られる第2焦点誤差信号と、上記第1の円または円弧の外側に位置する領域を通過して得られる光ビームの焦点位置ずれを検出して得られる第3焦点誤差信号との少なくとも一方の焦点誤差信号に基づいて、上記集光光学系の球面収差を検出してもよい。

【0036】

この場合、集光光学系を通過した光ビームの光軸を中心とし、対物レンズの開口で規定される光ビーム有効径の85%相当の径より大きな径を持つ第1の円または円弧と、該対物レンズの開口で規定される光ビーム有効径の60%相当の径より小さな径をもつ第2の円または円弧とで囲まれた領域を通過する光ビームは、上述のように、球面収差の影響を受けることなく最良像点に一致する。

【0037】

したがって、上記の領域以外の領域である、第2の円または円弧の内側に位置する領域を通過して得られる光ビームの焦点位置ずれを検出して得られる第2焦点誤差信号と、上記第1の円または円弧の外側に位置する領域を通過して得られる光ビームの焦点位置ずれを検出して得られる第3焦点誤差信号とは、球面収差の影響を受ける。

【0038】

これにより、上記の第2焦点誤差信号または第3焦点誤差信号の何れか一方の

焦点誤差信号を利用すれば、集光光学系の球面収差を精度よく検出することができる。

【0039】

上記集光光学系の焦点位置ずれを示す焦点位置ずれ信号を上記第1焦点誤差信号とし、この第1焦点誤差信号をF1、上記第2焦点誤差信号をF2、上記第3焦点誤差信号をF3としたとき、

上記集光光学系で生じる球面収差を示す球面収差誤差信号SAESは、

$$SAES = F2 - F1 \times K1 \quad (K1 \text{ は係数})$$

または、

$$SAES = F3 - F1 \times K2 \quad (K2 \text{ は係数})$$

で示される式で求めてもよい。

【0040】

この場合、集光光学系の球面収差を検出するために使用される第2焦点誤差信号F2および第3使用点誤差信号F3に、集光光学系の焦点位置ずれを検出するための第1信号誤差信号が考慮されるようになるので、焦点位置ずれの影響を抑えて球面収差を検出することができる。

【0041】

本発明の光ピックアップ装置は、上記の課題を解決するために、光源と、上記光源から照射される光ビームを光記録媒体に集光させる集光光学系と、上記集光光学系を通過した光ビームのうち、該光ビームが光記録媒体の情報記録層上で最良像点となる場合の波面を曲線で表わしたとき、この曲線の極値とこの極値近傍の領域に相当する光ビームに基づいて、上記集光光学系の焦点位置ずれを検出する焦点位置ずれ検出手段とを備えていることを特徴としている。

【0042】

ここで、光ビームが光記録媒体の情報記録層上で最良像点となる場合の波面を曲線で表わしたとき、この曲線の極値における接線は、球面収差のない理想波面を表わす曲線の接線にほぼ平行になる。このことは、光ビームが光記録媒体の情報記録層上で最良像点となる場合の波面を表わす曲線の極値を通過する光ビームが収束する収束点（焦点）と、上記最良像点とがほぼ一致することを示している

【0043】

したがって、上記構成のように、集光光学系を通過した光ビームのうち、該光ビームが光記録媒体の情報記録層上で最良像点となる場合の波面を曲線で表わしたとき、この曲線の極値とこの極値近傍の領域に相当する光ビームに基づいて、上記集光光学系の焦点位置ずれを検出するようすれば、集光光学系に球面収差が発生していても、オフセットなく光学的に集光光学系の焦点位置ずれを検出することができる。

【0044】

これにより、集光光学系の焦点位置ずれを、球面収差の影響なく適切に補正することが可能となるので、光記録媒体の情報記録層に集光光学系の焦点を正確に合わせることができ、この結果、光記録媒体への情報の記録再生を常に良好に行うことができる。

【0045】

本発明の他の光ピックアップ装置は、上記の課題を解決するために、光源と、上記光源から照射される光ビームを記録媒体に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、上記集光光学系を通過した光ビームの光軸を中心とし、上記対物レンズの開口で規定される該光ビーム有効径の60～85%の領域の光ビームに基づいて、上記集光光学系の焦点位置ずれを検出する焦点位置ずれ検出手段とを備えていることを特徴としている。

【0046】

ここで、対物レンズを含む集光光学系を通過した光ビームの光軸を中心とし、上記対物レンズの開口で規定される該光ビーム有効径の60～85%の領域の光ビームが収束する収束点（焦点）と、上記集光光学系を通過した光ビームの最良像点とがほぼ一致する。

【0047】

したがって、上記の構成のように、対物レンズを含む集光光学系を通過した光ビームの光軸を中心とし、上記対物レンズの開口で規定される該光ビーム有効径の60～85%の領域の光ビームに基づいて、上記集光光学系の焦点位置ずれを

検出するようすれば、集光光学系に球面収差が発生していても、オフセットなく光学的に集光光学系の焦点位置ずれを検出することができる。

【0048】

これにより、集光光学系の焦点位置ずれを、球面収差の影響なく適切に補正することができるため、光記録媒体の情報記録層に集光光学系の焦点を正確に合わせることができ、この結果、光記録媒体への情報の記録再生を常に良好に行うことができる。

【0049】

上記焦点位置ずれ検出手段は、上記集光光学系を通過した光ビームから、上記対物レンズの開口で規定される該光ビーム有効径の60～85%の領域の光ビームを分離する光ビーム分離手段と、上記光ビーム分離手段により分離された光ビームに基づいて第1焦点誤差信号を生成する第1信号生成手段とを備え、上記第1焦点誤差信号を、上記集光光学系の焦点位置ずれを示す焦点誤差信号としてもよい。

【0050】

この場合、集光光学系を通過した光ビームから分離した光ビームを、電気的に変換して第1焦点誤差信号を生成し、この第1信号を集光光学系の焦点位置ずれを示す焦点位置ずれ信号として、集光光学系の焦点位置ずれを電気信号で検出することができる。

【0051】

これにより、得られた電気信号を、集光光学系の駆動制御を行う駆動回路にそのまま使用することができるため、集光光学系を適切な位置に駆動させることで焦点位置ずれを容易に補正することができる。

【0052】

上記光ビーム分離手段は、上記集光光学系を通過した光ビームの光軸を中心とし、上記対物レンズの開口で規定される光ビーム有効径の85%相当の径より大きな径を持つ第1の円または円弧と、該対物レンズの開口で規定される光ビーム有効径の60%相当の径より小さな径をもつ第2の円または円弧とで囲まれた第1の領域を有し、上記第1信号生成手段は、上記光ビーム分離手段の第1の領域

を通過する光ビームに基づいて第1焦点誤差信号を生成してもよい。

【0053】

この場合、集光光学系を通過した光ビームの光軸を中心とし、上記対物レンズの開口で規定される光ビーム有効径の85%相当の径より大きな径を持つ第1の円または円弧と、該対物レンズの開口で規定される光ビーム有効径の60%相当の径より小さな径をもつ第2の円または円弧とで囲まれた領域を有する光ビーム分離手段を使用することで、集光光学系の焦点位置ずれに必要な光ビームを簡単に分離して得ることができる。

【0054】

さらに、上記第2の円または円弧の内側に位置する領域を通過して得られる光ビームの焦点位置ずれを検出して第2焦点誤差信号を生成する第2信号生成手段ないし、上記第1の円または円弧の外側に位置する領域を通過して得られる光ビームの焦点位置ずれを検出して第3焦点誤差信号を生成する第3信号生成手段の少なくとも何れか一方の信号生成手段を有し、上記第2焦点誤差信号および第3焦点誤差信号の少なくとも一方の焦点誤差信号に基づいて上記集光光学系の球面収差を検出する球面収差検出手段が設けられていてもよい。

【0055】

この場合、集光光学系を通過した光ビームの光軸を中心とし、対物レンズの開口で規定される光ビーム有効径の85%相当の径より大きな径を持つ第1の円または円弧と、該対物レンズの開口で規定される光ビーム有効径の60%相当の径より小さな径をもつ第2の円または円弧とで囲まれた領域を通過する光ビームは、上述のように、球面収差の影響を受けることなく最良像点に一致する。

【0056】

したがって、上記の領域以外の領域である、第2の円または円弧の内側に位置する領域を通過して得られる光ビームの焦点位置ずれを検出して得られる第2焦点誤差信号と、上記第1の円または円弧の外側に位置する領域を通過して得られる光ビームの焦点位置ずれを検出して得られる第3焦点誤差信号とは、球面収差の影響を受ける。

【0057】

これにより、上記の第2焦点誤差信号または第3焦点誤差信号の何れか一方の焦点誤差信号を利用すれば、集光光学系の球面収差を精度よく検出することができる。

【0058】

上記球面収差検出手段は、上記集光光学系で生じる焦点誤差信号を上記第1焦点誤差信号とし、この第1焦点誤差信号をF1、上記第2焦点誤差信号をF2、上記第3焦点誤差信号をF3としたとき、上記集光光学系で生じる球面収差を示す球面収差誤差信号SAESは、

$$SAES = F2 - F1 \times K1 \quad (K1 \text{は係数})$$

または、

$$SAES = F3 - F1 \times K2 \quad (K2 \text{は係数})$$

で示される式により求めてよい。

【0059】

この場合、集光光学系の球面収差を検出するために使用される第2焦点誤差信号F2および第3使用点誤差信号F3に、集光光学系の焦点位置ずれを検出するための第1信号誤差信号が考慮されるようになるので、焦点位置ずれの影響を抑えて球面収差を検出することができる。

【0060】

上記光記録媒体の情報記録層が複数である場合、上記焦点位置ずれ検出手段は、各情報記録層での焦点位置ずれを検出するようにしてよい。

【0061】

この場合、光記録媒体の光入射側表面から各情報記録層までの距離の相違によって集光光学系に球面収差が発生しても、これら球面収差の影響を受けることなく各情報記録層での焦点位置ずれを正確に検出することができる。

【0062】

さらに、上記焦点位置ずれ検出手段により検出された検出結果に基づいて、上記集光光学系の焦点位置ずれを補正する焦点位置ずれ補正手段と、上記球面収差検出手段により検出された検出結果に基づいて、上記集光光学系に発生した球面収差を補正する球面収差補正手段とを設け、上記球面収差補正手段は、上記焦点

位置ずれ補正手段により集光光学系の焦点位置ずれを補正した状態で、集光光学系の球面収差を補正してもよい。

【0063】

この場合、球面収差補正手段によって、焦点位置ずれ補正手段により集光光学系の焦点位置ずれを補正した状態で、集光光学系の球面収差を補正することで、光記録媒体の情報記録層上で光ビーム径を最良な状態で維持したまま球面収差の補正を行うことができる。

【0064】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の一形態について説明すれば、以下の通りである。なお、本実施の形態では、本発明の焦点位置ずれ検出方法を、光記録媒体としての光ディスクに対して光学的に情報の記録・再生を行う光記録再生装置に備られた光ピックアップ装置に適用した例について説明する。

【0065】

本実施の形態に係る光記録再生装置は、図2に示すように、光記録媒体である光ディスク6を回転駆動するスピンドルモータ62、光ディスク6に情報を記録再生する光ピックアップ装置10、上記スピンドルモータ62および光ピックアップ装置10を駆動制御するための駆動制御部51を備えている。

【0066】

上記光ピックアップ装置10は、光ディスク6に光ビームを照射するための光源としての半導体レーザ1、ホログラム2、コリメートレンズ3、集光光学系としての2要素対物レンズ9および検出装置7、8を有している。

【0067】

また、上記2要素対物レンズ9とコリメートレンズ3との間には、2要素対物レンズ9からの光ビームあるいはコリメートレンズ3からの光ビームの光路を約90°屈折させるミラー63が設置されている。

【0068】

さらに、上記2要素対物レンズ9は、半導体レーザ1からの光ビーム照射側からレンズ第1要素4、レンズ第2要素5の順で配置された構造となっている。

【0069】

上記レンズ第1要素4は、周縁部においてホルダ52により保持されている。このホルダ52の外周部には、フォーカス・アクチュエータ53およびトラッキング・アクチュエータ64が設けられている。

【0070】

上記フォーカス・アクチュエータ53によって、2要素対物レンズ9を光軸方向の適切な位置に移動させて合焦制御が行われる。また、トラッキング・アクチュエータ64によって、2要素対物レンズ9をラジアル方向（光ディスク6上に形成されたトラックの方向および光軸方向と互いに直交する方向）に移動させてトラッキング制御が行われる。

【0071】

上記のトラッキング・アクチュエータ64を正確に駆動制御することで、光ビームを光ディスク6の情報トラック上に正確に追跡させるようになっている。

【0072】

また、上記レンズ第2要素5は、周縁部においてホルダ54に保持されている。このホルダ54の外周部に対向するホルダ52の内周面には、上記レンズ第2要素5を光軸方向に移動させる第2要素アクチュエータ55が設けられている。この第2要素アクチュエータ55を駆動制御することで、レンズ第1要素4とレンズ第2要素5との間隔を調整し、光ピックアップ装置10の光学系で生じる球面収差を補正するようになっている。

【0073】

上記駆動制御部51は、上記スピンドルモータ62の駆動制御を行うスピンドルモータ駆動回路56、上記フォーカス・アクチュエータ53の駆動制御を行うフォーカス駆動回路57、上記トラッキング・アクチュエータ64の駆動制御を行うトラッキング駆動回路61、上記第2要素アクチュエータ55の駆動制御を行う第2要素駆動回路58を有すると共に、上記検出装置7、8から得られた信号から上記の各制御回路への制御信号を生成するための制御信号生成回路59、上記検出装置7、8から得られた信号から光ディスク6に記録されている情報を再生し、再生信号を生成するための情報再生回路60を有している。

【0074】

上記制御信号生成回路59は、上記検出装置7、8から得られた信号に基づいて、トラッキングエラー信号、焦点誤差信号FES、球面収差誤差信号SAESを生成し、トラックエラー信号はトラッキング駆動回路61へ、焦点誤差信号FESはフォーカス駆動回路57へ、球面収差誤差信号SAESは第2要素駆動回路58へ出力するようになっている。そして、各駆動回路では、各エラー信号に基づいて各部材の駆動制御を行う。

【0075】

例えばフォーカス駆動回路57では、焦点誤差信号FESが入力されれば、このFESの値に基づいて、2要素対物レンズ9を光軸方向に移動させて、該2要素対物レンズ9の焦点位置ずれを補正するようにフォーカス・アクチュエータ53を駆動制御する。

【0076】

また、第2要素駆動回路58では、球面収差誤差信号SAESが入力されれば、このSAESの値に基づいて、レンズ第2要素5を光軸方向に移動させて、光ピックアップ装置10の光学系で発生した球面収差を補正するように第2要素アクチュエータ55を駆動制御する。但し、球面収差補正機構で球面収差を補正する場合には、2要素対物レンズ9のレンズ第1要素4とレンズ第2要素5との間隔は固定し、該球面収差補正機構に入力された球面収差誤差信号SAESの値に応じて、球面収差を補正する。

【0077】

ここで、上記光ピックアップ装置10の詳細について図1を参照しながら以下に説明する。なお、説明の便宜上、図1に示す光ピックアップ装置10では、図2で示したミラー63については省略している。

【0078】

上記光ピックアップ装置10において、ホログラム2、コリメートレンズ3、2要素対物レンズ9を構成するレンズ第1要素4、レンズ第2要素5は、半導体レーザ1の光ビーム照射面と光ディスクの光ビーム反射面との間に形成される光軸OZ上に配置され、検出装置7、8は、上記ホログラム2の回折光の焦点位置

に配置されている。

【0079】

すなわち、上記構成の光ピックアップ装置10において、半導体レーザ1から照射された光ビームは、ホログラム2で0次回折光として通過し、コリメートレンズ3によって平行光に変換された後、2枚のレンズ第1要素4およびレンズ第2要素5から構成される2要素対物レンズ9を通過して、光ディスク6上の情報記録層6cまたは6dに集光される。

【0080】

一方、光ディスク6の情報記録層6cまたは6dから反射された光ビームは、2要素対物レンズ9のレンズ第2要素5、レンズ第1要素4、コリメートレンズ3の順に各部材を通過してホログラム2に入射され、ホログラム2にて回折されて検出装置7、8上に集光される。

【0081】

上記検出装置7は、第1受光部7a、第2受光部7b、第3受光部7cを、検出装置8は、第4受光部8a、第5受光部8bを備えており、集光された光ビームはこれら検出装置7、8によって電気信号に変換される。

【0082】

上記光ディスク6は、カバーガラス6a、基板6b、およびカバーガラス6aと基板6bとの間に形成された2つの情報記録層6c、6dから構成されている。つまり、光ディスク6は2層ディスクであって、本光ピックアップ装置10は情報記録層6cまたは6dに光ビームを集光させることで、各情報記録層から情報を再生し、各情報記録層へ情報を記録するようになっている。

【0083】

したがって、以下の説明において、光ディスク6の情報記録層は情報記録層6cまたは6dのいずれかを表し、光ピックアップ装置10は、どちらの情報記録層にも光ビームを集光させ、情報を記録または再生できるものとする。

【0084】

上記ホログラム2は、5つの領域2a、2b、2c、2d、2eを有している

【0085】

第1の領域2aは、光軸OZに直交する第1の直線CL1と、光軸OZを中心とする第1の円E1と第2の円弧E2で囲まれた領域である。

【0086】

第2の領域2bは、上記第1の直線CL1と上記第2の円弧E2と、光軸OZを中心とする第3の円弧E3で囲まれた領域である。

【0087】

第3の領域2cは、上記第1の直線CL1と、上記第3の円弧E3で囲まれた領域である。

【0088】

第4の領域2dは、上記第1の直線CL1と、上記第1の円E1と、光軸OZと上記第1の直線CL1に直交する第2の直線CL2とで囲まれた領域である。

【0089】

第5の領域2eは、上記第4の領域2dと同様に、上記第1の直線CL1と、上記第2の直線CL2と、上記第1の円E1で囲まれた領域である。

【0090】

上記ホログラム2は、半導体レーザ1側からの射出光を0次回折光として光ディスク6側に透過させ、光ディスク6側からの反射光を回折して検出装置7、8に導くようになっている。

【0091】

そして、ホログラム2は、光ディスク6側から該ホログラム2を通過する光ビームを回折し、各領域で異なる点に集光させるように形成されている。すなわち、光ディスク6の記録情報像で反射された光ビームのうち、ホログラム2の第1の領域2aで回折された第1の光ビームは第1受光部7aで集光スポットを形成し、ホログラム2の第2の領域2bで回折された第2の光ビームは第2受光部7bで集光スポットを形成し、ホログラム2の第3の領域2cで回折された第3の光ビームは第3受光部7cで集光スポットを形成し、ホログラム2の第4の領域2dで回折された第4の光ビームは第4受光部8aで集光スポットを形成し、ホログラム2の第5の領域2eで回折された第5の光ビームは第5受光部8bで集

光スポットを形成する。

【0092】

ここで、上記検出装置7、8の詳細について図3を参照しながら以下に説明する。

【0093】

図3に示すように、検出装置7は、上記の3つの受光部（第1受光部7a、第2受光部7b、第3受光部7c）を並置して形成され、検出装置8は、上記の2つの受光部（第4受光部8a、第5受光部8b）を並置して形成されている。

【0094】

第1受光部7a、第2受光部7b、第3受光部7cは、それぞれ2分割された光検出器11a、11bと12a、12bと13a、13bを備えている。そして、各受光部は、各光検出器の分割線上に第1、第2、第3の光ビームの集光スポットが形成されるように配置され、光ビームを電気信号に変換する。

【0095】

第4受光部8aと第5受光部8bは、各1つずつ光検出器14、15を備えており、第4と第5の光ビームを電気信号に変換する。

【0096】

上記の各光検出器で得られた電気信号は、駆動制御部51（図2）にて2要素対物レンズ9の焦点位置ずれや光ディスク6からの情報再生に使用される。例えば、上記電気信号は、情報再生回路60（図2）に出力され再生信号RFに変換される。この時、光ディスク6に記録されている再生信号RFは、各光検出器から出力された電気信号の総和で与えられる。

【0097】

上記構成の光記録再生装置では、2要素対物レンズ9から射出された光ビームを、光ディスク上に形成されたトラック上に集光させるために、トラッキング駆動制御が行われる。すなわち、トラッキング・アクチュエータ64（図2）を駆動して、2要素対物レンズ9を光ディスク6のラジアル方向（半径方向）に移動させて、光ビームをトラック上に集光させる。

【0098】

ここで、集光ビームがトラックからラジアル方向にずれている量を示すトラッキングずれ信号 T E S は、光検出器 14、15 から出力される電気信号 14 S、15 S を用いて

$$T E S = 14 S - 15 S \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (2)$$

で表される。

【0099】

この上記式 (2) によってトラッキングずれ信号 T E S を求めて、トラッキングずれを計測方法は、トラックと集光スポットとの位置関係により、ラジアル方向に反射回折光パターンのアンバランスが生じる現象を利用したものであり、いわゆるプッシュプル方式と呼ばれている。従って、このアンバランス量を計測するためには、ホログラム 2 が有する第 4 の領域 2d と第 5 の領域 2e とを分割する第 2 の直線 CL 2 は、ラジアル方向と直交することが望ましい。

【0100】

上記各光検出器からの電気信号を用いて 2 要素対物レンズ 9 の焦点ずれ補正是以下のようにして行う。

【0101】

情報記録層に焦点が一致していないと、検出装置 7 の第 1 受光部 7a、第 2 受光部 7b、第 3 受光部 7c において光ビームはどちらか一方の光検出器にかたよる。そこで、ホログラム 2 の第 1 の領域 2a からの回折光を電気信号に変換する光検出器 11a、11b からの電気信号を 11a S、11b S として、第 1 焦点誤差信号 F1 を、

$$F1 = 11a S - 11b S \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (3)$$

で与え、ホログラム 2 の第 2 の領域 2b からの回折光を電気信号に変換する光検出器 12a、12b からの電気信号を 12a S、12b S として、第 2 焦点誤差信号 F2 を、

$$F2 = 12a S - 12b S \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (4)$$

で与え、ホログラム 2 の第 3 の領域 2c からの回折光を電気信号に変換する光検出器 13a、13b からの電気信号を 13a S、13b S として、第 3 焦点誤差信号 F3 を、

$$F3 = 13aS - 13bS \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (5)$$

で与えると、情報記録層に焦点が一致していない場合は、F1、F2、F3の各焦点誤差信号の出力値は焦点位置ずれの量に相当する。

【0102】

よって、常に焦点位置を情報記録層と一致させておくためには第1焦点誤差信号F1ないしF2、F3の出力を常に0となるように2要素対物レンズ9を光軸OZ方向に移動させればよい。

【0103】

上記で示したような方法で焦点ずれを検出するやり方は、一般にナイフエッジ法と呼ばれる。ここで、焦点位置ずれは、半導体レーザ1側から2要素対物レンズ9を通過する光ビームが集光している焦点と、光ディスク6の情報記録層の位置との離反量を表している。

【0104】

通常、焦点位置ずれ信号FESの検出には、光ビームの有効径全域を使用して行うので、本実施の形態において、FESは、

$$FES = F1 + F2 + F3 \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (6)$$

により生成される。

となる。しかし、その場合には以下に述べるような問題が生じる。

【0105】

上記集光光学系である2要素対物レンズ9では、光ディスク6のカバーガラス6aの厚さが変化することなどが原因で球面収差が発生する。この時の焦点位置ずれ検出を考えると、焦点位置ずれの信号FESには図4で示したようなオフセットAが発生する。そのため、検出した焦点位置ずれ信号FESが0を出力していても情報記録層上で光ビームが最良像点Oと一致してなく、情報の記録再生ができなくなる虞がある。ここで、上記最良像点Oとは、光ビームのビーム径が最小となる像点の位置のことである。

【0106】

ここで、光ピックアップ装置10の光学系に球面収差が発生している場合の光ビームの内周部と外周部との焦点位置ずれについて以下に説明する。

【0107】

まず、光ビームに球面収差が発生しない時は、図5 (a) に示すように、光軸OZ上的一点（焦点）に光ビームが集光される。

【0108】

一方、光ビームに球面収差が発生した時は、図5 (b) に示すように、レンズ外周部では光軸OZ上の最良像点Oよりも遠い位置に焦点Aが形成され、レンズ内周部の光軸OZに近い側では上記最良像点Oよりも近い位置に焦点Bが形成される。

【0109】

したがって、図5 (b) に示すように、光ビームに球面収差が発生した場合の焦点位置ずれ量は、最良像点Oから焦点Aまでの距離a、あるいは最良像点Oから焦点Bまでの距離bで示される。

【0110】

よって、光ビームに球面収差が発生した場合、オフセットが発生しないで焦点位置ずれを精度よく検出するには、分離した光ビームを最良像点Oに集光させる必要がある。

【0111】

そこで、オフセットが発生しない焦点ずれの検出を光ビームの波面から考える。図6は、図5 (b) に示すように、球面収差が発生した時の波面収差を表している。また、球面収差発生時に、光ビームが光ディスク6の情報記録層上で最良像点であるときの波面17は、光軸OZを中心として対称な曲線で示されている。

【0112】

ここで、領域18a、18bの波面の傾きは、理想波面16の傾きとほぼ一致している。そのため領域18a、18bに含まれる光ビームは、理想波面16と同じ方向を進み、球面収差が無い時とほとんど等しい位置で焦点を結ぶ。よって、領域18a、18bに含まれる光ビームを用いると球面収差の影響を小さく抑えた焦点位置ずれの検出を行うことができる。

【0113】

つまり、図7に示すように、球面収差のない理想波面16における焦点位置と、球面収差が発生した波面17の境界線となる領域18a、18b上の極値の焦点位置とは一致している。したがって、球面収差が発生した波面17の極値およびこの極値近傍の領域である領域18a、18bに相当する光ビームにより焦点位置を検出すれば、光ピックアップ装置10における焦点位置（最良像点○）がずれた場合、該極値の焦点位置も同じようにずれるので、球面収差の影響を小さく抑えた焦点位置ずれの検出を行うことができる。

【0114】

次に、領域18a、18bの位置を探すことにするが、領域18a、18bは波面17の極値とその周辺の領域である。一般的に、波面の収差解析には、波面の形をゼルニケ多項式に最小自乗近似でフィットし、多項式の係数から3次収差を求める。図6の波面17をゼルニケ多項式を用いて最小自乗近似でフィットすると、 $6q^4 - 6q^2 + 1$ (q はビーム有効径で正規化されたビーム中心からの距離) の項が支配的となる。それから波面17の極値を求める領域18a、18bの位置が分かり、図6において光軸OZからの波面17の極値までの距離 r_1 は光ビーム有効径 r とおよそ以下の式(7)で示すような関係となる。

【0115】

$$r_1 = 0.7r \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (7)$$

すなわち、ビーム有効径のおよそ70%の位置が波面17の極値となる。

【0116】

図8に光ディスク6のカバーガラス6aの厚さが変化して球面収差が発生した時に、光ビーム有効径の60~85%の領域で焦点ずれを検出した時の焦点位置ずれ信号のオフセット量と、上述した式(6)のように光ビーム有効径全域を使って検出された焦点位置ずれ信号のオフセット量を計算した結果を示す。

【0117】

ここで、球面収差量が大きくなると最良像点は光ビーム外周部の焦点位置へ偏るので、計算で設定した領域は光ビーム有効径の70%以上の領域のほうが光ビーム有効径の70%以下の領域よりも占める割合が大きい。

【0118】

また、多く2要素対物レンズ9の開口数は、0.85として計算しカバーガラス厚を100μmから±20μm変化させて球面収差を発生させても、光ビーム有効径の70%付近の領域で焦点ずれを検出したら焦点位置ずれ信号FESにはほとんどオフセットが発生しないことが分かる。

【0119】

光ピックアップ装置10において、光ビーム有効径70%付近の光ビームでの焦点位置ずれの検出は、ホログラム2の第2の円弧E2の径を光ビーム有効径の70%より大きくし、第3の円弧E3を光ビーム有効径の70%より小さくする事によって第2の領域2bを光ビーム有効径の70%付近の領域に設計し、第2の領域2bから導かれる第2の光ビームを用いて行えばよい。この時、電気信号F2が2要素対物レンズ9の焦点ずれ信号FESとなる。

【0120】

残りの第1焦点誤差信号F1、第3焦点誤差信号F3は球面収差の検出に用いることができる。第1焦点誤差信号F1、第3焦点誤差信号には、球面収差の大きさに相当したオフセットが発生するのでその値から球面収差を検出することができる。そこで、球面収差誤差信号SAESは、

$$SAES = F2 \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (8)$$

ないし、

$$SAES = F3 \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (9)$$

で生成される。

【0121】

ところで、焦点位置ずれが発生すると球面収差誤差信号SAESは変化してしまうので、球面収差を正確に検出できない。但し、フォーカスサーボがかかっている時はSAESの生成式として式(8)(9)でもよいが、焦点位置ずれの影響を極力抑えて球面収差を検出するのならば球面収差誤差信号SAESを、

$$SAES = F2 - F1 \times K1 \quad (K1 \text{は係数}) \quad \dots \dots \dots \quad (10)$$

あるいは、

$$SAES = F3 - F1 \times K2 \quad (K2 \text{は係数}) \quad \dots \dots \dots \quad (11)$$

で与えてやればよい。この時、係数K1、K2は、焦点位置ずれが生じてもSA

ESの変化が小さくなるように決定する。フォーカスサーボを考慮した場合、焦点位置ずれが小さい範囲でSAESの値が安定するように係数K1、K2を決定すればよい。

[0 1 2 2]

さらに、球面収差誤差信号 S A E S を

$$S \cdot A \cdot E \cdot S = F_3 - F_2 \times K_3 \quad (K_3 \text{ は係数}) \quad \dots \dots \dots \quad (12)$$

で求めてよい。ここで、係数 K_3 は、第 2 焦点誤差信号 F_2 、第 3 焦点誤差信号 F_3 の出力差を補正するための係数である。

[0 1 2 3]

なお、本実施の形態では、光ディスク6の情報記録層から反射した光ビームを検出装置7に導くための手段としてホログラム2を使用したがこれに限定されるものではない。しかしながら、装置の小型化を図る点からはホログラムを使用するのが好ましい。

[0 1 2 4]

また、本実施の形態では、焦点位置ずれの検出としてナイフエッジ法を利用したが、図1に示すホログラム2の代わりに、図9に示すような分割パターンのホログラム20を使用し、該ホログラム20の領域20aで回折される±1次光のビームサイズの変化を検出して焦点位置ずれを検出するビームサイズ法でも同様に、オフセットが発生しない焦点位置ずれの検出を行うことができる。

[0 1 2 5]

図9に示す光ピックアップ装置において、焦点位置ずれ信号FESは、検出装置30を構成する光検出器30a～30c、検出装置31を構成する31a～31cからの出力30aS～30cS、31aS～31cSを用いて、以下の式(13)を用いて生成される。

$$FES = \{ 30bS - (30aS + 30cS) \} - \{ 31bS - (31aS + 31cS) \} \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (13)$$

さらに、ホログラム20の領域20aの外周部にある領域20b、領域20aの内周部にある領域20cからの回折光を、領域20aからの回折光から焦点位置ずれを検出した方法と同様な方法で焦点位置ずれを検出し球面収差の検出に利用する。

用できるがここでは省略する。

【0126】

本実施の形態において、図1に示すように、ホログラム2は円または円弧によつて分割されている。

【0127】

しかしながら、実際の光ピックアップ装置では、光ディスク6の記録情報層上に形成されたトラック上に集光させるために、2要素対物レンズ9を光ディスク6のラジアル方向（半径方向）に移動させて常にトラック上に集光させるための制御、いわゆるトラッキング制御が行われている。

【0128】

ホログラム2と2要素対物レンズ9が一体で製作されている場合には、問題とならないが、各部材が分離して光ピックアップ装置に装備される場合には、トラッキング制御によって光ビームの中心はホログラムの中心と一致しない状況が生じる。

【0129】

このとき、図1に示すようなホログラム2の形状だと、本来ホログラム2の各領域で回折されるはずの光ビームの一部がでそれぞれ別の領域で回折されてしまい、光ビームの中心とホログラム2の中心とにずれがある場合と無い場合とで各光検出器からの電気信号が変化する。そのため、光ピックアップ装置の制御のために生成される各エラー信号が変化する。

【0130】

そこで、図1に示すホログラム2の代わりに、図10に示すようなホログラム21を使用することが考えられる。このホログラム21では、ラジアル方向に平行な直線で分割された領域21a、21bを有し、これら領域21a、21bからの±1次光をそれぞれ同一地点に集光させてビームサイズの変化を検出し集光光学系としての2要素対物レンズの焦点位置ずれを検出するようになっている。

【0131】

この場合、上記領域21a、21bは、光ビーム有効径の70%とその付近の領域の光ビームを回折させるように設計する。このときの焦点位置ずれ信号FE

Sは検出装置32を構成する光検出器32a～32c、検出装置33を構成する33a～33cからの出力信号32aS～32cS、33aS～33cSを用いて、以下の式(14)で表わされる。

$$FES = \{32bS - (32aS + 32cS)\} - \{33bS - (33aS + 33cS)\} \quad \dots \dots \dots \quad (14)$$

ホログラム21における領域分割のための分割線を、図10のようにすると、2要素対物レンズ9がトラッキング制御のため光ディスク6のラジアル方向に移動することによって、光ビームの回折される領域に変化がないので、常に光ビーム内の等しい領域の光が同一受光部で焦点を結ぶことになる。よって、トラッキング制御によって焦点位置ずれ等の信号が変化することはない。

【0132】

また、本実施の形態の光ピックアップ装置を用いると、光ディスク6のカバーガラス6aの厚さが広範囲に変化しても焦点ずれを正確に検出する事ができるので、複数の情報記録層を有する記録媒体において各情報記録層に焦点を一致させることが可能である。

【0133】

また、本実施の形態において、対物レンズは、レンズ第1要素4とレンズ第2要素5の2枚レンズからなる2要素対物レンズを用いたが、装置の組み立てを簡略化するために1枚のレンズで対物レンズ9を構成してもよい。

【0134】

さらに、本実施の形態において、焦点位置ずれの補正は、上述した検出方法で検出した焦点位置ずれ信号FESに基づいて2要素対物レンズ9と光ディスク6の間隔を変化させて行う。球面収差は、2要素対物レンズ9を構成するレンズ第1要素4とレンズ第2要素5との間隔を変化させる事によって補正する事が出来るが、これに限定されたものではない。例えば、コリメートレンズ3を移動させて、半導体レーザ1とコリメートレンズ3との間隔を調整させてもよい。

【0135】

また、2要素対物レンズ9とコリメートレンズ3との間に、球面収差補正機構を挿入してもよい。球面収差補正機構は、光ビームが球面収差補正機構を通過す

る際に、球面収差を発生させる光学系を構成している。

【0136】

例えば、球面収差補正機構として、正のパワーを持つ凸レンズと負のパワーを持つ凹レンズを組み合わせたアフォーカル光学系を用いればよい。2枚のレンズ間隔を調節することで、球面収差を発生させることができる。さらに、球面収差補正機構の別の構成として、正のパワーを持つ2枚の凸レンズを組み合わせたアフォーカル光学系でもよい。さらに球面収差を発生させて球面収差補正機構として液晶パネルも考えられる。

【0137】

上記の球面収差補正方法では、集光光学系で発生した球面収差を打ち消すような球面収差を発生する事により球面収差を補正する。だが、例えば2枚レンズの補正機構、最適な球面収差補正レンズの位置を見つけ出す時に球面収差を大きくする方向にレンズが動くなどして球面収差を大きくする場合も考えられる。その時、光ビームの有効径全域の光ビームを利用して焦点位置ずれを検出する方法では焦点位置ずれ信号にオフセットが生じてしまい記録層上で光ビームの径が最小にならずに、記録ないし再生信号が劣化してしまう。

【0138】

しかしながら、上記で述べたような検出方法で焦点位置ずれを検出すれば、球面収差量が多少大きく変動しても焦点位置ずれ信号FESにオフセットが発生しないので、常に光ビームの最良像点と複数の情報記録層を有する光ディスク6の各情報記録層とを一致させる事ができ、記録ないし再生信号が劣化することはない。

【0139】

【発明の効果】

本発明の焦点位置検出方法は、以上のように、集光光学系を通過した光ビームのうち、該集光光学系を最良像点に調整した状態の波面を曲線で表わしたとき、この曲線の極値とこの極値近傍の領域に相当する光ビームに基づいて、上記集光光学系の焦点位置ずれを検出する構成である。

【0140】

それゆえ、集光光学系を通過した光ビームのうち、該集光光学系を最良像点に調整した状態の波面を曲線で表わしたとき、この曲線の極値とこの極値近傍の領域に相当する光ビームに基づいて、上記集光光学系の焦点位置ずれを検出するようすれば、集光光学系に球面収差が発生していても、オフセットなく光学的に集光光学系の焦点位置ずれを検出することができる。

【0141】

よって、集光光学系の焦点位置ずれを適切に補正することができるので、光記録媒体の情報記録層に集光光学系の焦点を正確に合わせることができるという効果を奏する。

【0142】

また、本発明の他の焦点位置検出方法は、以上のように、対物レンズを含む集光光学系を通過した光ビームの光軸を中心とし、上記対物レンズの開口で規定される該光ビーム有効径の60～85%の領域の光ビームに基づいて、上記集光光学系の焦点位置ずれを検出する構成である。

【0143】

それゆえ、対物レンズを含む集光光学系を通過した光ビームの光軸を中心とし、上記対物レンズの開口で規定される該光ビーム有効径の60～85%の領域の光ビームに基づいて、上記集光光学系の焦点位置ずれを検出するようすれば、集光光学系に球面収差が発生していても、オフセットなく光学的に集光光学系の焦点位置ずれを検出することができる。

【0144】

よって、集光光学系の焦点位置ずれを適切に補正することができるので、光記録媒体の情報記録層に集光光学系の焦点を正確に合わせることができるという効果を奏する。

【0145】

上記集光光学系を通過した光ビームから、上記対物レンズの開口で規定される該光ビーム有効径の60～85%の領域の光ビームを分離し、この分離した光ビームを電気的に変換して第1焦点誤差信号を生成し、この第1焦点誤差信号を集光光学系の焦点位置ずれを示す焦点位置ずれ信号としてもよい。

【0146】

この場合、集光光学系を通過した光ビームから分離した光ビームを、電気的に変換して第1焦点誤差信号を生成し、この第1信号を集光光学系の焦点位置ずれを示す焦点位置ずれ信号とすることで、集光光学系の焦点位置ずれを電気信号で検出することができる。

【0147】

これにより、得られた電気信号を、集光光学系の駆動制御を行う駆動回路にそのまま使用することができるので、集光光学系を適切な位置に駆動させることで焦点位置ずれを容易に補正することができるという効果を奏する。

【0148】

上記分離された光ビームを、上記集光光学系を通過した光ビームの光軸を中心とし、上記対物レンズの開口で規定される光ビーム有効径の85%相当の径より大きな径を持つ第1の円または円弧と、該対物レンズの開口で規定される光ビーム有効径の60%相当の径より小さな径をもつ第2の円または円弧とで囲まれた領域を有する光ビーム分離手段の該領域を、上記集光光学系を通過した光ビームが通過することにより得てもよい。

【0149】

この場合、集光光学系を通過した光ビームの光軸を中心とし、上記対物レンズの開口で規定される光ビーム有効径の85%相当の径より大きな径を持つ第1の円または円弧と、該対物レンズの開口で規定される光ビーム有効径の60%相当の径より小さな径をもつ第2の円または円弧とで囲まれた領域を有する光ビーム分離手段を使用することで、集光光学系の焦点位置ずれに必要な光ビームを簡単に分離して得ることができるという効果を奏する。

【0150】

上記光ビーム分離手段における、上記第2の円または円弧の内側に位置する領域を通過して得られる光ビームの焦点位置ずれを検出して得られる第2焦点誤差信号と、上記第1の円または円弧の外側に位置する領域を通過して得られる光ビームの焦点位置ずれを検出して得られる第3焦点誤差信号との少なくとも一方の焦点誤差信号に基づいて、上記集光光学系の球面収差を検出してもよい。

【0151】

この場合、集光光学系を通過した光ビームの光軸を中心とし、対物レンズの開口で規定される光ビーム有効径の85%相当の径より大きな径を持つ第1の円または円弧と、該対物レンズの開口で規定される光ビーム有効径の60%相当の径より小さな径をもつ第2の円または円弧とで囲まれた領域を通過する光ビームは、上述のように、球面収差の影響を受けることなく最良像点に一致する。

【0152】

したがって、上記の領域以外の領域である、第2の円または円弧の内側に位置する領域を通過して得られる光ビームの焦点位置ずれを検出して得られる第2焦点誤差信号と、上記第1の円または円弧の外側に位置する領域を通過して得られる光ビームの焦点位置ずれを検出して得られる第3焦点誤差信号とは、球面収差の影響を受ける。

【0153】

これにより、上記の第2焦点誤差信号または第3焦点誤差信号の何れか一方の焦点誤差信号を利用すれば、集光光学系の球面収差を精度よく検出することができるという効果を奏する。

【0154】

上記集光光学系の焦点位置ずれを示す焦点位置ずれ信号を上記第1焦点誤差信号とし、この第1焦点誤差信号をF1、上記第2焦点誤差信号をF2、上記第3焦点誤差信号をF3としたとき、

上記集光光学系で生じる球面収差を示す球面収差誤差信号S A E Sは、

$$S A E S = F 2 - F 1 \times K 1 \quad (K 1 \text{ は係数})$$

または、

$$S A E S = F 3 - F 1 \times K 2 \quad (K 2 \text{ は係数})$$

で示される式で求めてもよい。

【0155】

この場合、集光光学系の球面収差を検出するために使用される第2焦点誤差信号F2および第3使用点誤差信号F3に、集光光学系の焦点位置ずれを検出するための第1信号誤差信号が考慮されるようになるので、焦点位置ずれの影響を抑

えて球面収差を検出することができるという効果を奏する。

【0156】

本発明の光ピックアップ装置は、以上のように、光源と、上記光源から照射される光ビームを光記録媒体に集光させる集光光学系と、上記集光光学系を通過した光ビームのうち、該光ビームが光記録媒体の情報記録層上で最良像点となる場合の波面を曲線で表わしたとき、この曲線の極値とこの極値近傍の領域に相当する光ビームに基づいて、上記集光光学系の焦点位置ずれを検出する焦点位置ずれ検出手段とを備えている構成である。

【0157】

それゆえ、集光光学系を通過した光ビームのうち、該光ビームが光記録媒体の情報記録層上で最良像点となる場合の波面を曲線で表わしたとき、この曲線の極値とこの極値近傍の領域に相当する光ビームに基づいて、上記集光光学系の焦点位置ずれを検出するようすれば、集光光学系に球面収差が発生していても、オフセットなく光学的に集光光学系の焦点位置ずれを検出することができる。

【0158】

これにより、集光光学系の焦点位置ずれを、球面収差の影響なく適切に補正することができる所以、光記録媒体への情報の記録再生を常に良好に行うことができるという効果を奏する。

【0159】

本発明の他の光ピックアップ装置は、以上のように、光源と、上記光源から照射される光ビームを記録媒体に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、上記集光光学系を通過した光ビームの光軸を中心とし、上記対物レンズの開口で規定される該光ビーム有効径の60～85%の領域の光ビームに基づいて、上記集光光学系の焦点位置ずれを検出する焦点位置ずれ検出手段とを備えている構成である。

【0160】

それゆえ、対物レンズを含む集光光学系を通過した光ビームの光軸を中心とし、上記対物レンズの開口で規定される該光ビーム有効径の60～85%の領域の光ビームに基づいて、上記集光光学系の焦点位置ずれを検出するようすれば、

集光光学系に球面収差が発生していても、オフセットなく光学的に集光光学系の焦点位置ずれを検出することができる。

【0161】

これにより、集光光学系の焦点位置ずれを、球面収差の影響なく適切に補正することが可能となるので、光記録媒体への情報の記録再生を常に良好に行うことができるという効果を奏する。

【0162】

上記焦点位置ずれ検出手段は、上記集光光学系を通過した光ビームから、上記対物レンズの開口で規定される該光ビーム有効径の60～85%の領域の光ビームを分離する光ビーム分離手段と、上記光ビーム分離手段により分離された光ビームに基づいて第1焦点誤差信号を生成する第1信号生成手段とを備え、上記第1焦点誤差信号を、上記集光光学系の焦点位置ずれを示す焦点誤差信号としてもよい。

【0163】

この場合、集光光学系を通過した光ビームから分離した光ビームを、電気的に変換して第1焦点誤差信号を生成し、この第1信号を集光光学系の焦点位置ずれを示す焦点位置ずれ信号としてことで、集光光学系の焦点位置ずれを電気信号で検出することができる。

【0164】

これにより、得られた電気信号を、集光光学系の駆動制御を行う駆動回路にそのまま使用することができるので、集光光学系を適切な位置に駆動させることで焦点位置ずれを容易に補正することができるという効果を奏する。

【0165】

上記光ビーム分離手段は、上記集光光学系を通過した光ビームの光軸を中心とし、上記対物レンズの開口で規定される光ビーム有効径の85%相当の径より大きな径を持つ第1の円または円弧と、該対物レンズの開口で規定される光ビーム有効径の60%相当の径より小さな径をもつ第2の円または円弧とで囲まれた第1の領域を有し、上記第1信号生成手段は、上記光ビーム分離手段の第1の領域を通過する光ビームに基づいて第1焦点誤差信号を生成してもよい。

【0166】

この場合、集光光学系を通過した光ビームの光軸を中心とし、上記対物レンズの開口で規定される光ビーム有効径の85%相当の径より大きな径を持つ第1の円または円弧と、該対物レンズの開口で規定される光ビーム有効径の60%相当の径より小さな径をもつ第2の円または円弧とで囲まれた領域を有する光ビーム分離手段を使用することで、集光光学系の焦点位置ずれに必要な光ビームを簡単に分離して得ることができるという効果を奏する。

【0167】

さらに、上記第2の円または円弧の内側に位置する領域を通過して得られる光ビームの焦点位置ずれを検出して第2焦点誤差信号を生成する第2信号生成手段ないし、上記第1の円または円弧の外側に位置する領域を通過して得られる光ビームの焦点位置ずれを検出して第3焦点誤差信号を生成する第3信号生成手段の少なくとも何れか一方の信号生成手段を有し、上記第2焦点誤差信号および第3焦点誤差信号の少なくとも一方の焦点誤差信号に基づいて上記集光光学系の球面収差を検出する球面収差検出手段が設けられていてもよい。

【0168】

この場合、集光光学系を通過した光ビームの光軸を中心とし、対物レンズの開口で規定される光ビーム有効径の85%相当の径より大きな径を持つ第1の円または円弧と、該対物レンズの開口で規定される光ビーム有効径の60%相当の径より小さな径をもつ第2の円または円弧とで囲まれた領域を通過する光ビームは、上述のように、球面収差の影響を受けることなく最良像点に一致する。

【0169】

したがって、上記の領域以外の領域である、第2の円または円弧の内側に位置する領域を通過して得られる光ビームの焦点位置ずれを検出して得られる第2焦点誤差信号と、上記第1の円または円弧の外側に位置する領域を通過して得られる光ビームの焦点位置ずれを検出して得られる第3焦点誤差信号とは、球面収差の影響を受ける。

【0170】

これにより、上記の第2焦点誤差信号または第3焦点誤差信号の何れか一方の

焦点誤差信号を利用すれば、集光光学系の球面収差を精度よく検出することができるという効果を奏する。

【0171】

上記球面収差検出手段は、上記集光光学系で生じる焦点誤差信号を上記第1焦点誤差信号とし、この第1焦点誤差信号をF1、上記第2焦点誤差信号をF2、上記第3焦点誤差信号をF3としたとき、上記集光光学系で生じる球面収差を示す球面収差誤差信号SAESは、

$$SAES = F2 - F1 \times K1 \quad (K1 \text{ は係数})$$

または、

$$SAES = F3 - F1 \times K2 \quad (K2 \text{ は係数})$$

で示される式により求めてもよい。

【0172】

この場合、集光光学系の球面収差を検出するために使用される第2焦点誤差信号F2および第3使用点誤差信号F3に、集光光学系の焦点位置ずれを検出するための第1信号誤差信号が考慮されるようになるので、焦点位置ずれの影響を抑えて球面収差を検出することができるという効果を奏する。

【0173】

上記光記録媒体の情報記録層が複数である場合、上記焦点位置ずれ検出手段は、各情報記録層での焦点位置ずれを検出するようにしてよい。

【0174】

この場合、光記録媒体の光入射側表面から各情報記録層までの距離の相違によって集光光学系に球面収差が発生しても、これら球面収差の影響を受けることなく各情報記録層での焦点位置ずれを正確に検出することができるという効果を奏する。

【0175】

さらに、上記焦点位置ずれ検出手段により検出された検出結果に基づいて、上記集光光学系の焦点位置ずれを補正する焦点位置ずれ補正手段と、上記球面収差検出手段により検出された検出結果に基づいて、上記集光光学系に発生した球面収差を補正する球面収差補正手段とを設け、上記球面収差補正手段は、上記焦点

位置ずれ補正手段により集光光学系の焦点位置ずれを補正した状態で、集光光学系の球面収差を補正してもよい。

【0176】

この場合、球面収差補正手段によって、焦点位置ずれ補正手段により集光光学系の焦点位置ずれを補正した状態で、集光光学系の球面収差を補正することで、光記録媒体の情報記録層上で光ビーム径を最良な状態で維持したまま球面収差の補正を行うことができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の光ピックアップ装置の概略構成図である。

【図2】

図1に示す光ピックアップ装置を備えた光記録再生装置の概略構成図である。

【図3】

図1に示す光ピックアップ装置の検出装置の詳細を示す説明図である。

【図4】

集光光学系に球面収差が発生した場合の焦点誤差信号FESと焦点位置ずれ量との関係を示すグラフである。

【図5】

(a) は球面収差のない状態のレンズにおける光ビームの焦点位置を示す説明図であり、(b) は球面収差の発生しているレンズにおける光ビームの焦点位置を示す説明図である。

【図6】

球面収差が発生したときの波面収差を示した概念図である。

【図7】

球面収差の無い場合の焦点位置と球面収差の有る場合の波面の極値での焦点位置との状態を示す説明図である。

【図8】

光ビームの有効径を変更して焦点誤差信号FESを検出した場合のオフセット量とカバーガラス厚さ誤差との関係を示すグラフである。

【図9】

本発明の他の光ピックアップ装置の概略構成図である。

【図10】

本発明のさらに他の光ピックアップ装置の概略構成図である。

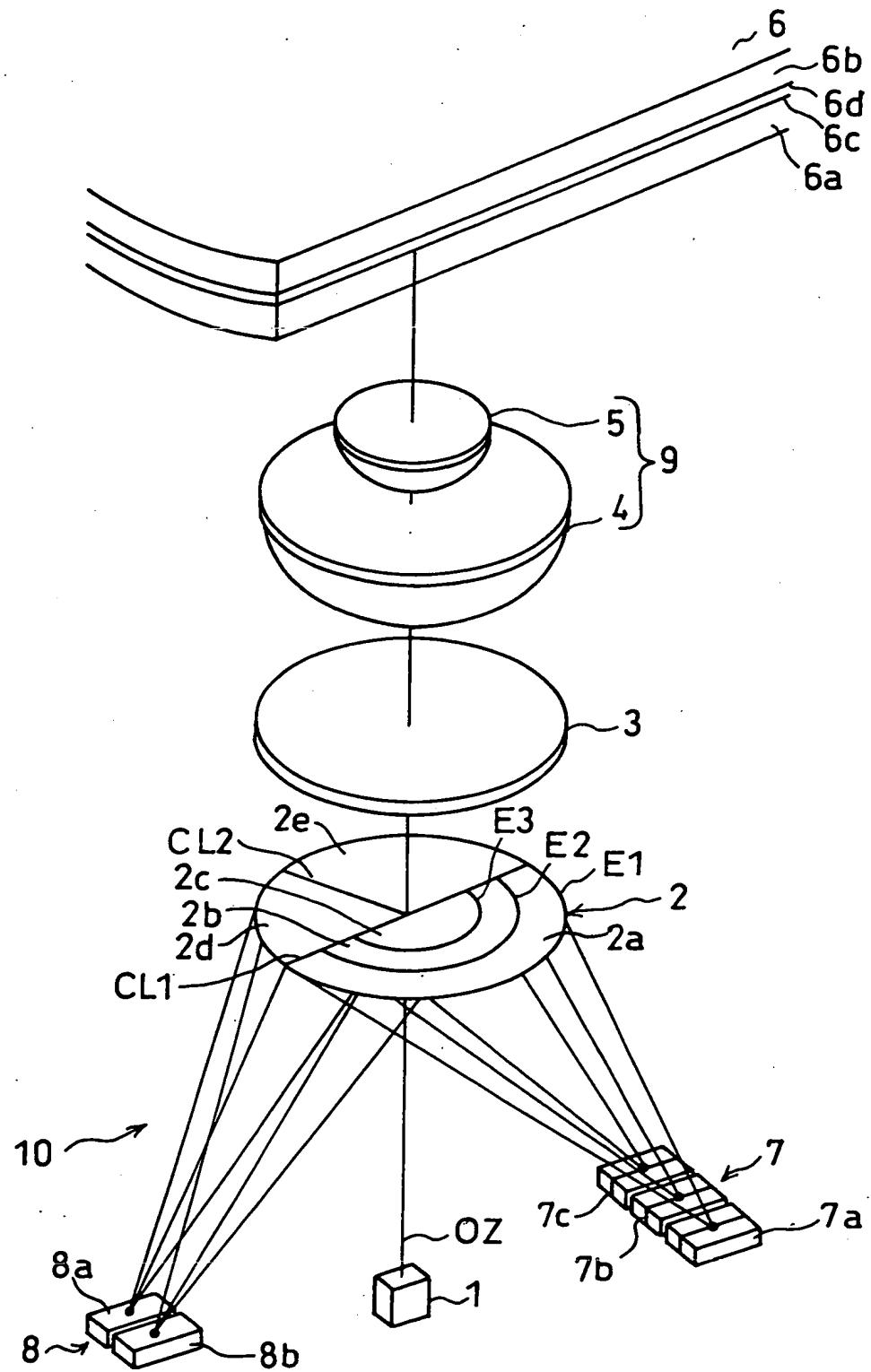
【符号の説明】

- 1 半導体レーザ
- 2 ホログラム（光ビーム分離手段）
- 2 a 領域
- 2 b 領域
- 2 c 領域
- 2 d 領域
- 2 e 領域
- 4 レンズ第1要素（対物レンズ）
- 5 レンズ第2要素（対物レンズ）
- 6 光ディスク（光記録媒体）
- 7 検出装置
- 8 検出装置
- 9 2要素対物レンズ（集光光学系）
- 1 6 理想波面
- 1 7 波面（曲線）
- 1 8 a 領域（極値近傍）
- 1 8 b 領域（極値近傍）
- 2 0 ホログラム（光ビーム分離手段）
- 2 0 a 領域
- 2 0 b 領域
- 2 0 c 領域
- 2 1 ホログラム（光ビーム分離手段）
- 2 1 a 領域
- 2 1 b 領域

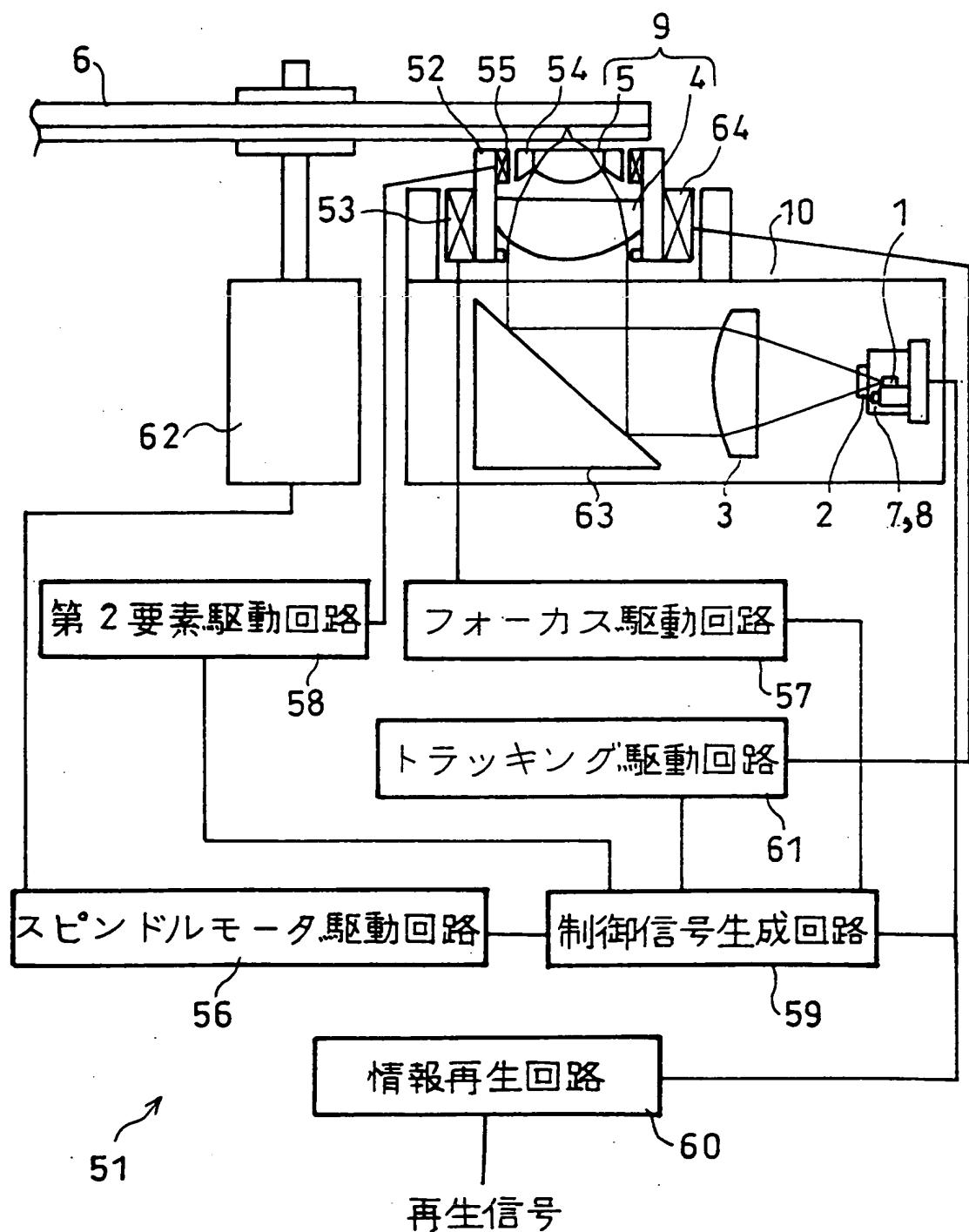
C L 1 第1の直線
C L 2 第2の直線
E 2 第2の円弧
E 3 第3の円弧
F 1 第1焦点誤差信号
F 2 第2焦点誤差信号
F 3 第3焦点誤差信号
O 最良像点
O Z 光軸
S A E S 球面収差誤差信号
r 光ビーム有効径

【書類名】 図面

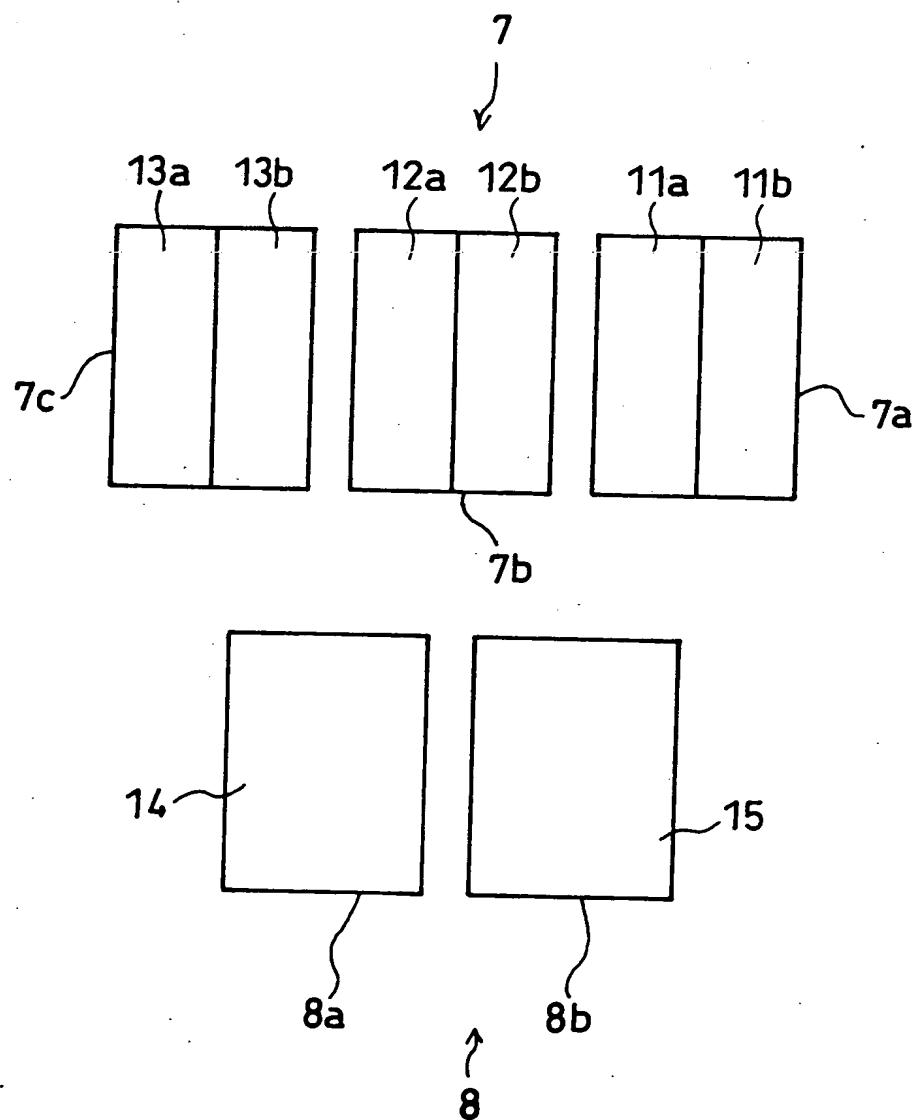
【図1】



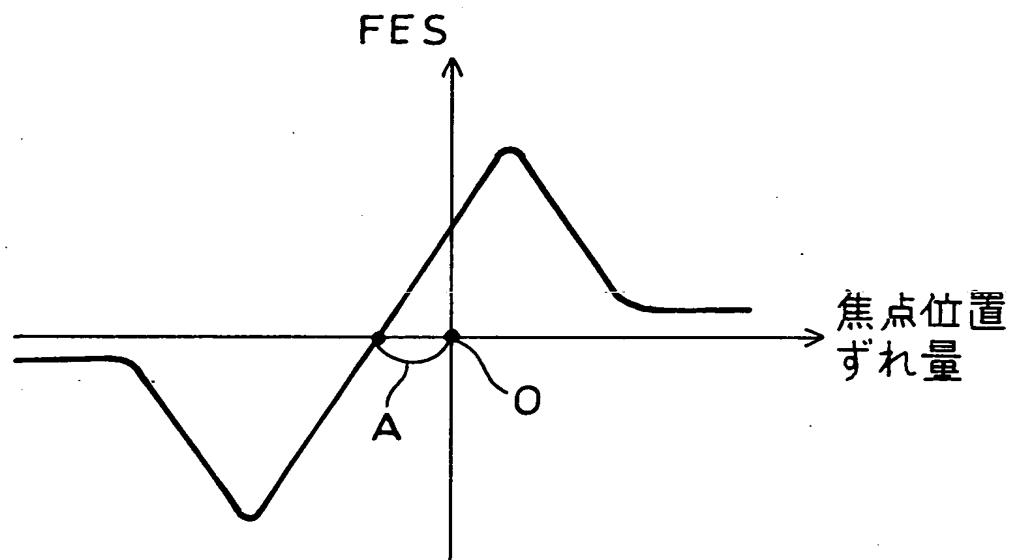
【図2】



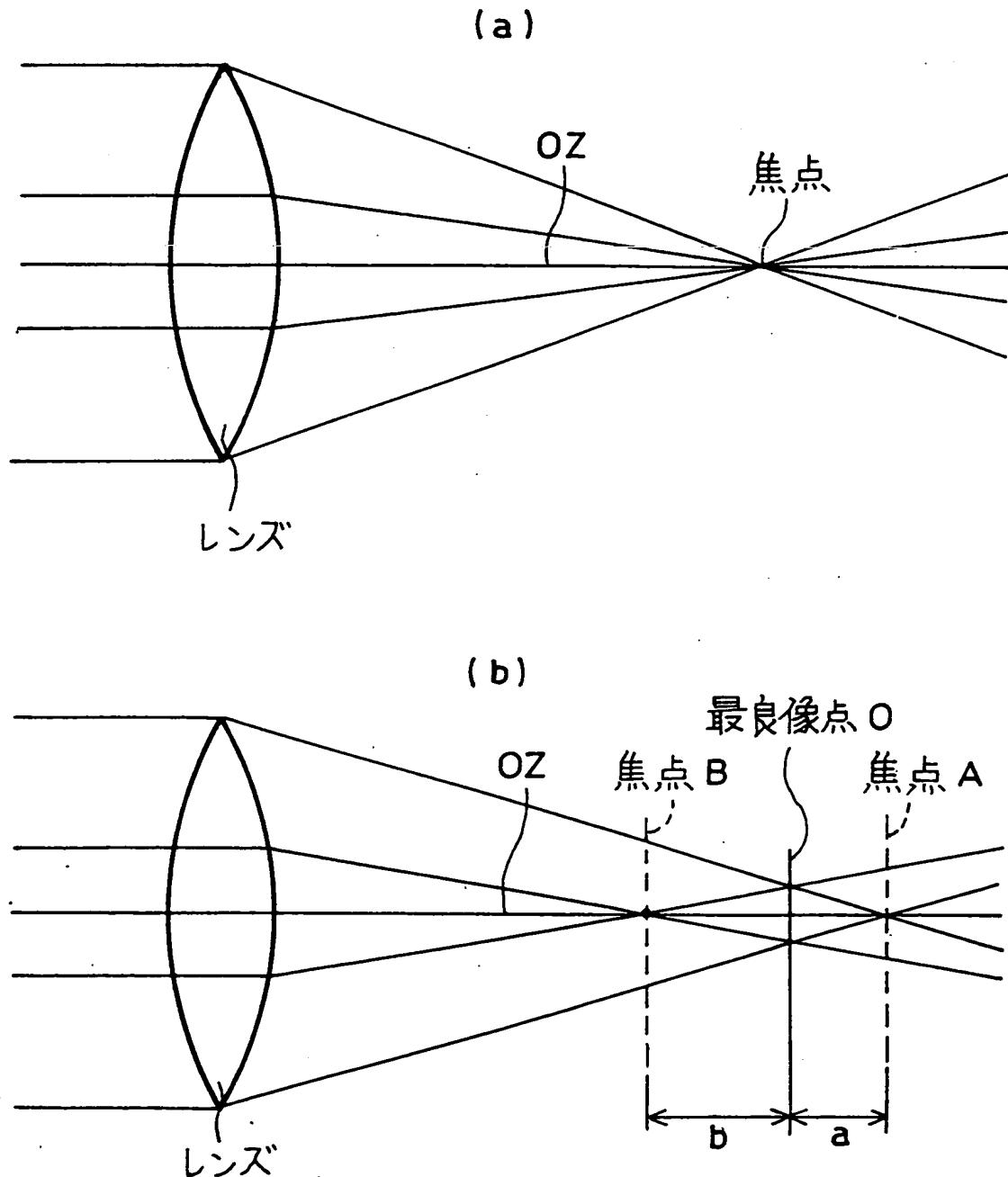
【図3】



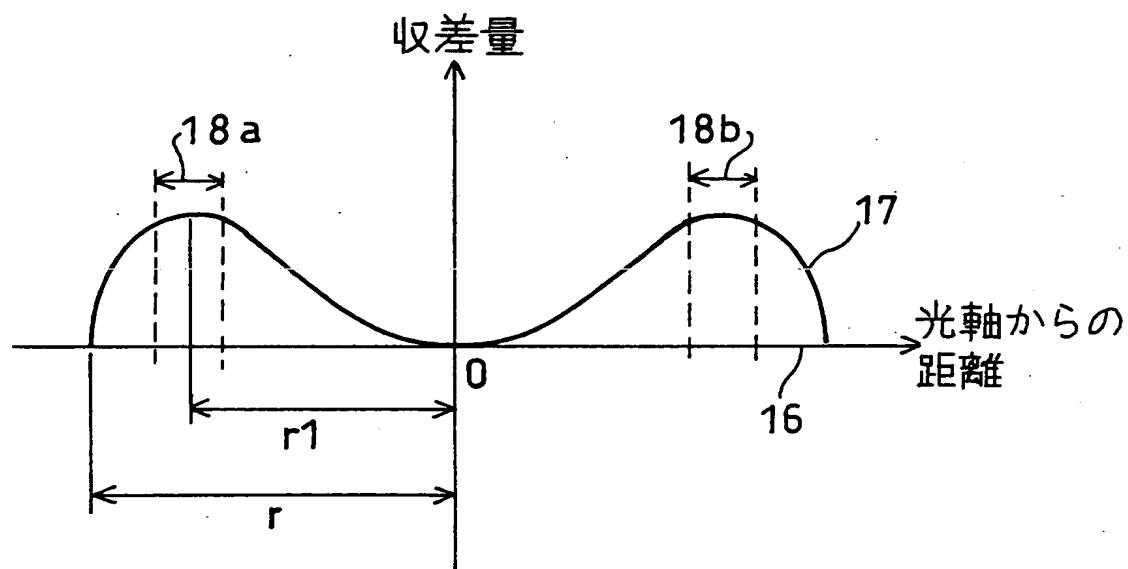
【図4】



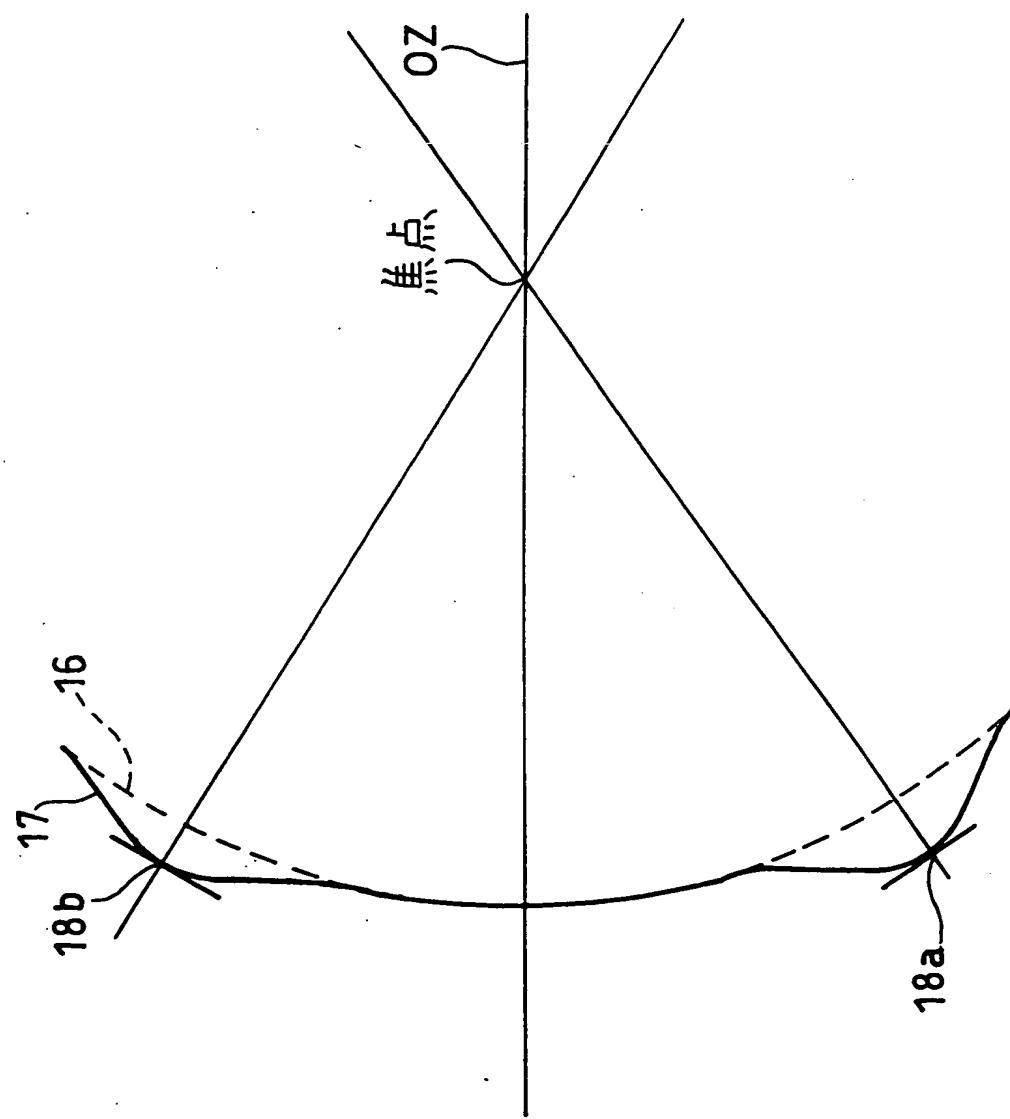
【図5】



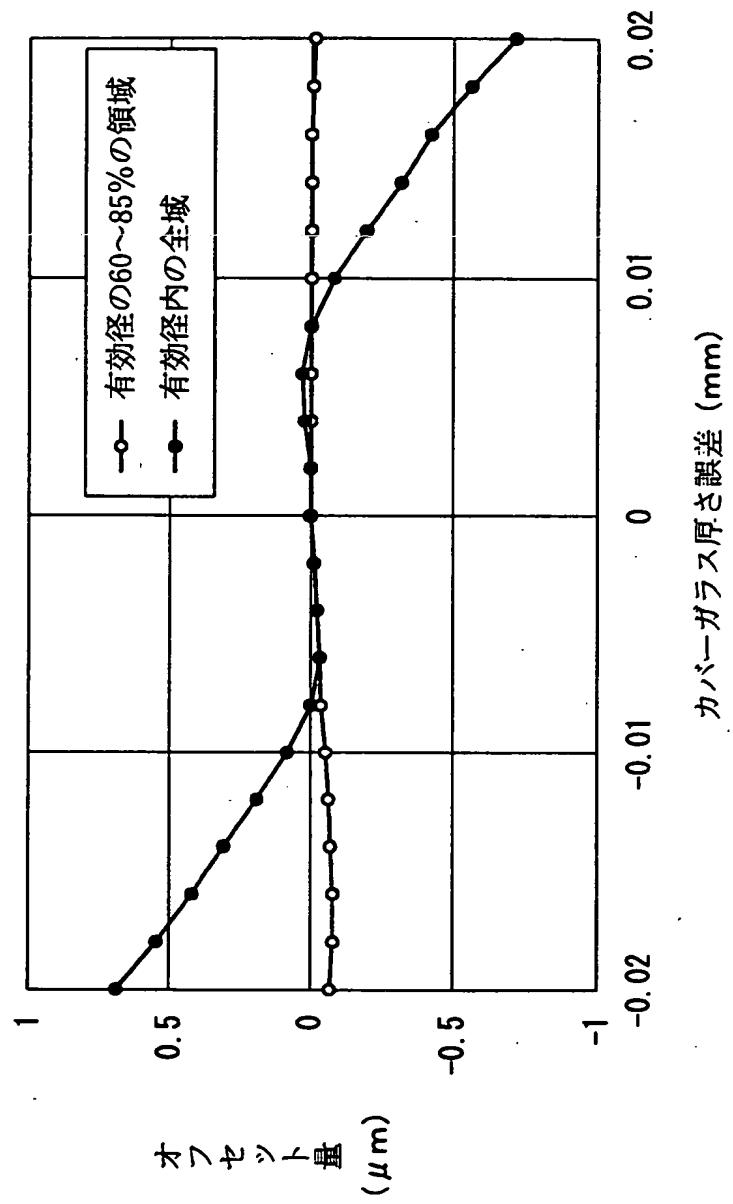
【図6】



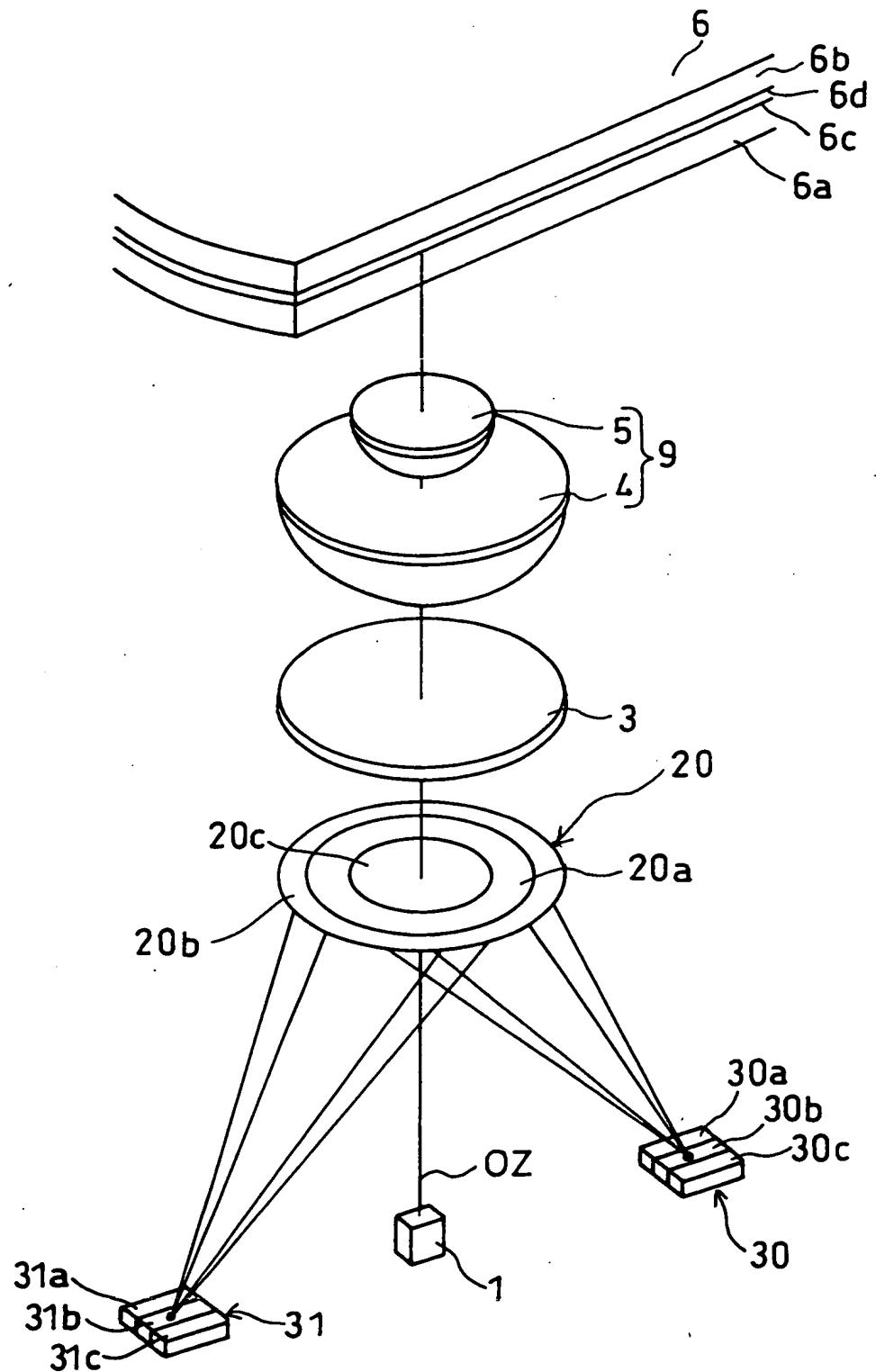
【図7】



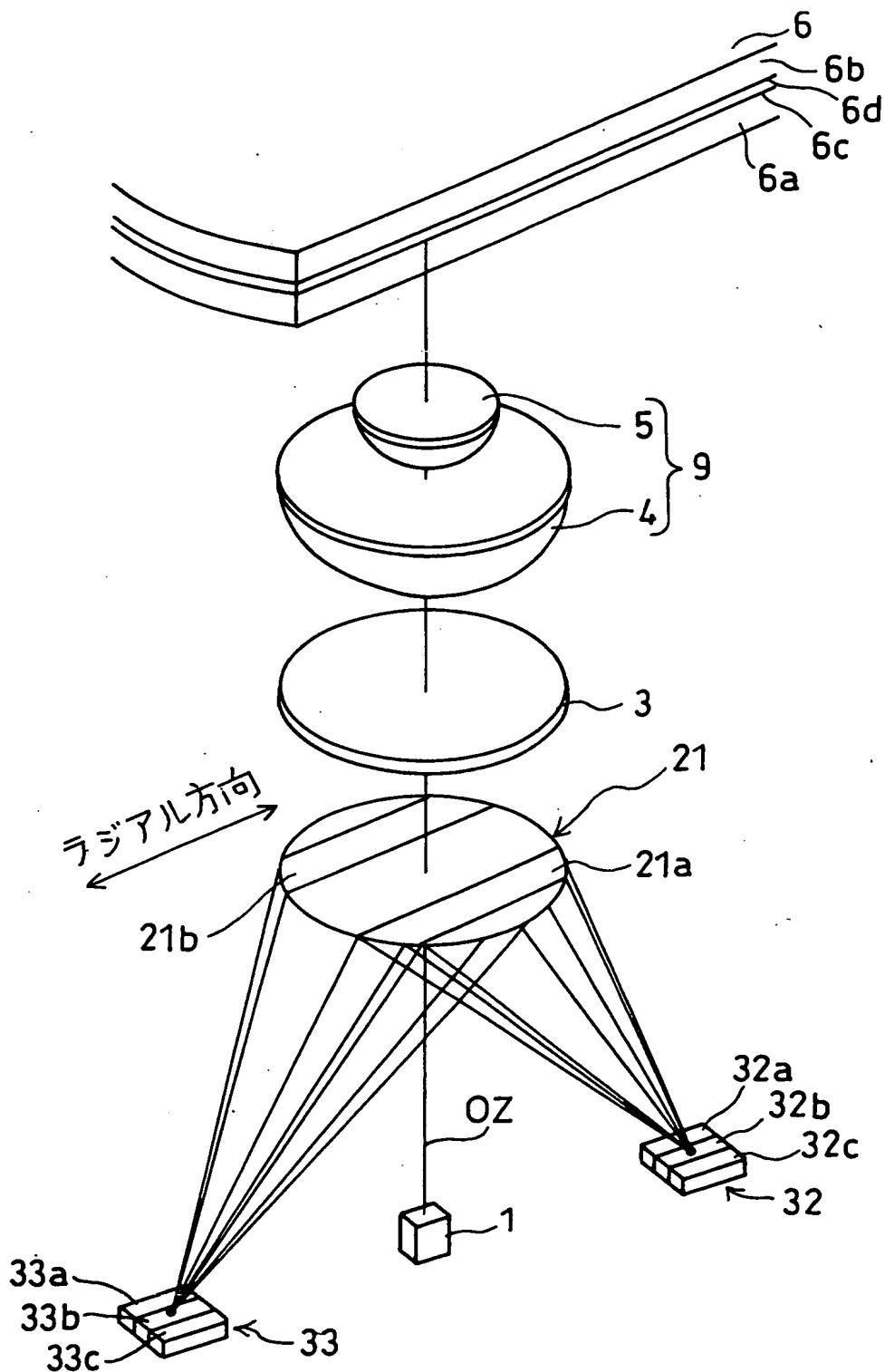
【図8】



【図9】



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 オフセットがない集光光学系の焦点ずれ検出を行い、光記録媒体の情報記録層に集光光学系の焦点を正確に合わせることのできる焦点位置ずれ検出方法を提供する。

【解決手段】 2要素対物レンズ9を通過した光ビームの光軸OZを中心とし、上記対物レンズの開口で規定される該光ビーム有効径の60～85%の領域としての領域2bを通過する光ビームに基づいて、上記2要素対物レンズ9の焦点位置ずれを検出する。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000005049]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
氏 名 シャープ株式会社